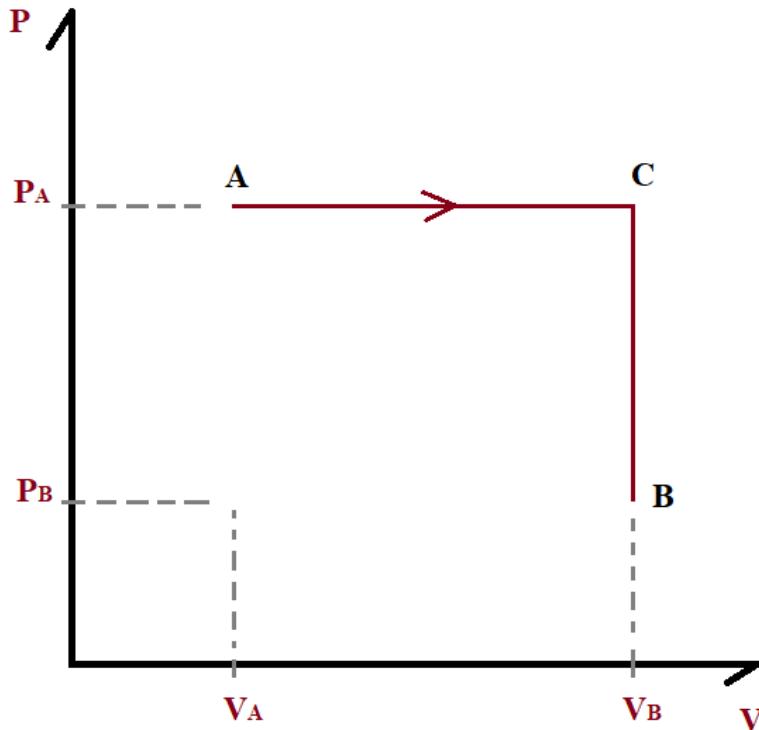


Travail et chaleur N°0027

1-) Travail et chaleur en fonction des transformations

❖ a-) Détente isobare suivie d'une isochore



➤ De A → C

$$\Delta W_{AC} = \int_A^C -P dV = -P_A (V_C - V_A) = -P_A (V_B - V_A)$$

$$\rightarrow \Delta W_{AC} = -32 \cdot 10^5 \times (8 - 1) \cdot 10^{-3} = -22,4 \text{ kJ}$$

$$\Delta Q_{AC} = \int_A^C n C_{Pm} dT = n C_{Pm} (T_C - T_A)$$

$$\rightarrow \Delta Q_{AC} = \frac{n \gamma R}{\gamma - 1} (T_C - T_A) = \frac{\gamma P_A}{\gamma - 1} (V_C - V_A) = \frac{5}{2} P_A (V_B - V_A)$$

$$\rightarrow \Delta Q_{AC} = \frac{5}{2} \times 32 \cdot 10^5 \times (8 - 1) \cdot 10^{-3} = 56 \text{ kJ}$$

➤ De C → B

$$\Delta W_{CB} = 0$$

$$\Delta Q_{CB} = \int_C^B nC_{Vm} dT = \frac{nR}{\gamma - 1} (T_B - T_C) = \frac{3}{2} nR (T_B - T_C)$$

$$\rightarrow \Delta Q_{CB} = \frac{3}{2} V_B (P_B - P_C) = \frac{3}{2} V_B (P_B - P_A)$$

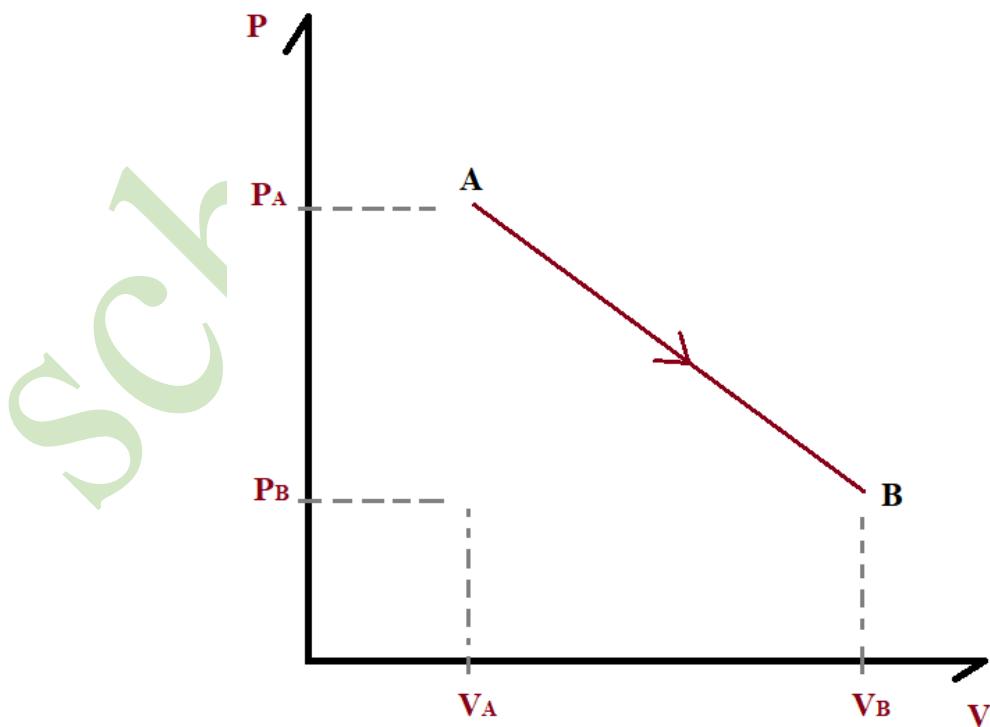
$$\rightarrow \Delta Q_{CB} = \frac{3}{2} \times 8 \cdot 10^{-3} \times (1 - 32) \cdot 10^5 = -37,2 \text{ kJ}$$

➤ Bilan entre A et B

$$\Delta W_{AB} = \Delta W_{AC} + \Delta W_{CB} = -22,4 \text{ kJ}$$

$$\Delta Q_{AB} = \Delta Q_{AC} + \Delta Q_{CB} = +18,8 \text{ kJ}$$

❖ b-) Décroissance linéaire de la pression en fonction du volume



➤ On commence par déterminer la loi de décroissance linéaire : $P = aV + b$

- La pente de cette droite se trouve facilement

$$a = \frac{P_B - P_A}{V_B - V_A} = \frac{(1 - 32) \cdot 10^5}{(8 - 1) \cdot 10^{-3}} = -4,43 \cdot 10^8$$

- L'ordonnée à l'origine se calcule à partir du point A ou du point B

$$b = P_A - aV_A = 3,64 \cdot 10^6$$

➔ On calcule ensuite travail et chaleur

$$\Delta W_{AB} = \int_A^B -P dV = \int_A^B -(aV + b) dV$$

$$\rightarrow \Delta W_{AB} = - \left[\frac{aV^2}{2} + bV + Cte \right]_{AB}$$

$$\rightarrow \Delta W_{AB} = - \left[\frac{a}{2} (V_B^2 - V_A^2) + b(V_B - V_A) \right]$$

$$\rightarrow \Delta W_{AB} = -11,55 \text{ kJ}$$

$$\Delta Q_{AB} = \int_A^B nC_{Vm} dT - \Delta W_{AB}$$

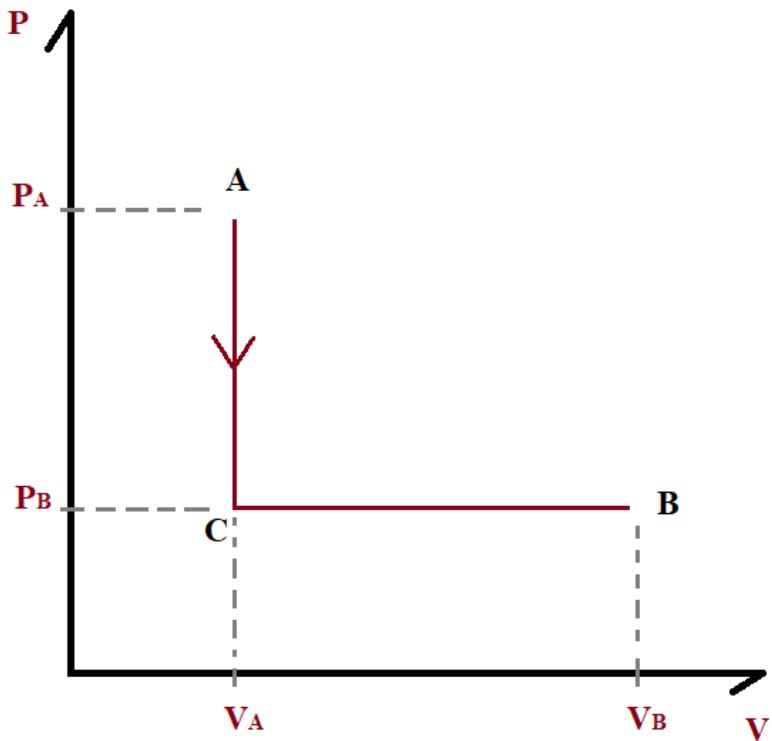
$$\rightarrow \Delta Q_{AB} = nC_{Vm}(T_B - T_A) - \Delta W_{AB}$$

$$\rightarrow \Delta Q_{AB} = \frac{nR}{\gamma - 1} (T_B - T_A) - \Delta W_{AB}$$

$$\rightarrow \Delta Q_{AB} = \frac{1}{\gamma - 1} (P_B V_B - P_A V_A) - \Delta W_{AB}$$

$$\rightarrow \Delta Q_{AB} = \frac{3}{2} [10^5 \times 8 \cdot 10^{-3} - 32 \cdot 10^5 \times 10^{-3}] + 11550 = 7,95 \text{ kJ}$$

❖ c-) Détente isochore suivie d'une isobare (Transformation -a, inversée)



➤ De A → C

$$\Delta W_{AC} = 0$$

$$\Delta Q_{AC} = \int_A^C nC_{Vm} dT = nC_{Vm}(T_C - T_A)$$

$$\rightarrow \Delta Q_{AC} = \frac{nR}{\gamma - 1}(T_C - T_A) = \frac{3}{2}V_A(P_C - P_A) = \frac{3}{2}V_A(P_B - P_A)$$

$$\rightarrow \Delta Q_{AC} = \frac{3}{2} \times 10^{-3} \times (1 - 32) \cdot 10^5 = -4,65 \text{ kJ}$$

➤ De C → B

$$\Delta W_{CB} = \int_C^B -P dV = -P_B(V_B - V_C) = -P_B(V_B - V_A)$$

$$\rightarrow \Delta W_{AC} = -10^5 \times (8 - 1) \cdot 10^{-3} = -700 \text{ J}$$

$$\Delta Q_{CB} = \int_C^B nC_{Pm} dT = nC_{Pm}(T_B - T_C)$$

$$\rightarrow \Delta Q_{CB} = \frac{n\gamma R}{\gamma - 1} (T_B - T_C) = \frac{\gamma P_B}{\gamma - 1} (V_B - V_C) = \frac{5}{2} P_B (V_B - V_C)$$

$$\rightarrow \Delta Q_{CB} = \frac{5}{2} \times 10^5 \times (8 - 1) \cdot 10^{-3} = 1,75 \text{ kJ}$$

➤ **Bilan entre A et B**

$$\Delta W_{AB} = \Delta W_{AC} + \Delta W_{CB} = -0,7 \text{ kJ}$$

$$\Delta Q_{AB} = \Delta Q_{AC} + \Delta Q_{CB} = -2,9 \text{ kJ}$$

2-) Pour cela il faudrait que la pression et le volume en A et B vérifient la relation de Laplace :

$$P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma$$

✓ C'est facile, à vous de le faire pour les 3 transformations a-) ; b-) ; c-) et répondre à la question posée par un oui ou un non ! A vos calculatrices

3-) Vérifions que $W_{AB} + Q_{AB}$ est identique pour toutes les 3 transformations

❖ a-) Détente isobare suivie d'une isochore

$$\Delta W_{AB} + \Delta Q_{AB} = 18800 - 22400 = -3600 \text{ J}$$

❖ b-) Décroissance linéaire de la pression en fonction du volume

$$\Delta W_{AB} + \Delta Q_{AB} = -11550 + 7950 = -3600 \text{ J}$$

c-) Détente isochore suivie d'une isobare

$$\Delta W_{AB} + \Delta Q_{AB} = -700 - 2900 = -3600 \text{ J}$$

Les états initial et final étant identiques dans les 3 transformations, normal que les 3 résultats soient identiques. C'est cohérent avec ce qu'on attend d'une fonction d'état, car $\Delta W_{AB} + \Delta Q_{AB} = \Delta U_{AB}$ est une fonction d'état.

Schoolou.com